

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

REC'D 30 OCT 2001

WIPO PCT



### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT) T16

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>PCT-P159.HAZ</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/PEA/416)	
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/CH00/00379</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>12/07/2000</b>	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) <b>13/07/1999</b>
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK <b>H01L31/18</b>		
Anmelder <b>EIDGENÖSSISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE (ETH) et al.</b>		

- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 6 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.  
  
☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).  
  
 Diese Anlagen umfassen insgesamt 9 Blätter.

- Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:
  - ☒ Grundlage des Berichts
  - ☐ Priorität
  - ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
  - ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
  - ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
  - ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
  - ☒ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
  - ☒ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  <b>10/02/2001</b>	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  <b>29.10.2001</b>
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:   <b>Europäisches Patentamt - P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk - Pays Bas Tel. +31 70 340 - 2040 Tx: 31 651 epo nl Fax: +31 70 340 - 3016</b>	Bevollmächtigter Bediensteter  <b>Visentin, A</b>  Tel. Nr. +31 70 340 2530  

**I. Grundlage des Berichts**

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17):* Beschreibung, Seiten:

6,8 ursprüngliche Fassung

1,2,2a,3-5,7 eingegangen am 07/07/2001 mit Schreiben vom 05/07/2001

**Patentansprüche, Nr.:**

1-11 eingegangen am 07/07/2001 mit Schreiben vom 05/07/2001

**Zeichnungen, Blätter:**

1/1 ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerisierbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerisierbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerisierbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- |  |         |
|--|---------|
| <input type="checkbox"/> Beschreibung, | Seiten: |
| <input type="checkbox"/> Ansprüche,    | Nr.:    |
| <input type="checkbox"/> Zeichnungen,  | Blatt:  |

5. ☒ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*  
**siehe Beiblatt**

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

**V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-4
	Nein: Ansprüche	5-11
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	3,4
	Nein: Ansprüche	1,2,5-11
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-11
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen  
**siehe Beiblatt**

**VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung**

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:  
**siehe Beiblatt**

**VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung**

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:  
**siehe Beiblatt**

**Zu Punkt I**

**Grundlage des Berichts**

Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung der folgenden Änderungen erstellt worden: "chemisches Auflösen" (siehe Seite 2, Zeile 15) und "chemisch aufgelöst" (Anspruch 1), da diese nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c) PCT). Die ursprünglich eingereichte Fassung sprach nur von einer in Wasser löslichen, auflösbaren Zwischenschicht, wobei "chemisches Auflösen" ein viel allgemeinerer Begriff ist.

**Zu Punkt V**

**Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

1.) In diesem Prüfungsbericht wird auf die folgenden Dokumente aus dem internationalen Recherchenbericht verwiesen:

D1: US-A-5232860

D2: Solar Energy Materials and Solar Cells, Band 43, Nr. 1,  
15. August 1996, Seiten 93-98

D3: Patent Abstract of Japan, Band 012, No. 348 (E-659),  
19. September 1988, & JP-A-63107073

2.) Die vorliegende Anmeldung erfüllt nicht die Erfordernisse des Art. 33(3) PCT, weil der Gegenstand des Patentanspruchs 1 nicht erfinderisch ist.

Das Dokument D1 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung einer Solarzelle, wobei auf einem Substrat eine Zwischenschicht aufgebracht wird, auf diese Zwischenschicht eine Solarzelle bildende Halbleiterschichtstruktur aufgebracht wird, und danach die Halbleiterschichtstruktur vom Substrat durch die Zwischenschicht getrennt wird, so dass eine Dünnschicht flexible Solarzelle entsteht (siehe D1, Spalte 2, Zeile 43-Spalte 3, Zeile 37; Abbildung 4).

Somit unterscheidet sich der Gegenstand des Anspruchs 1 von der Lehre aus D1 dadurch, dass die Zwischenschicht im Anspruch 1 auflösbar ist und aufgelöst wird.

Das Dokument D3 beschreibt ein ähnliches Verfahren zur Herstellung einer Solarzelle, wobei eine Harz-Zwischenschicht auf einem Glassubstrat aufgebracht wird, und danach im Wasser aufgelöst wird, so dass Substrat und Halbleiterschichtstruktur getrennt werden. Somit wird dem Fachmann eine alternative Lösung des Problems, das Substrat und die Halbleiterschichtstruktur einer flexiblen Solarzelle mit einfachen Mitteln zu trennen. Für den Fachmann ist deshalb naheliegend, diese Lösung im aus D1 bekannten Verfahren einzusetzen.

Daher kann dem Patentanspruch 1 keine erfinderische Tätigkeit anerkannt werden (Art. 33(3) PCT).

3.) Der Gegenstand des vom Patentanspruch 1 abhängigen Anspruch 2 ist aus Dokument D1 bekannt (siehe D1, Spalte 2, Zeile 43-Spalte 3, Zeile 37; Abbildung 4). Somit kann der Patentanspruch 2 nichts von erfinderischer Bedeutung zum Gegenstand des Patentanspruchs 1 hinzufügen (Art. 33(3) PCT).

4.) Die Gegenstände der vom Patentanspruch 1 abhängigen Ansprüche 3 und 4 sind nicht aus dem zitierten Stand der Technik bekannt.  
Eine Kombination der Gegenstände der Ansprüche 1 mit den Merkmalen aus den Ansprüchen 3 und 4 würde daher die Erfordernisse des Art. 33(2)(3) PCT erfüllen.

5.) Der Gegenstand des "Anwendungsanspruchs" 5 ist allgemein bekannt und naheliegend für den Fachmann, da Solarzelle für die Energieerzeugung hergestellt werden.  
Der Patentanspruch 5 erfüllt daher nicht die Erfordernisse des Art. 33(2)(3) PCT.

6.) Die vorliegende Anmeldung erfüllt nicht die Erfordernisse des Art. 33(2)(3) PCT, weil der Gegenstand des unabhängigen Patentanspruchs 6 nicht neu ist.  
Das Dokument D2 beschreibt eine Solarzelle mit den Merkmalen, die im Anspruch 6 beansprucht werden (siehe D2, Seiten 94-97).  
Somit sind alle Merkmale des Patentanspruchs 6 bekannt, daher ist der Anspruch nicht neu (Art. 33(2)(3) PCT).

7.) Die Gegenstände der vom Patentanspruch 6 abhängigen Ansprüche 7-11 sind auch aus Dokument D2 bekannt (siehe D2, Seiten 94-97).  
Somit können die Patentansprüche 7-11 nichts Neues zum Gegenstand des

Patentanspruchs 8 hinzufügen (Art. 33(2)(3) PCT).

8.) Die Gegenstände der Patentansprüche 1-11 erfüllen die Erfordernisse des Art. 33(4) PCT weil sie gewerblich anwendbar sind.

#### **Zu Punkt VII**

##### **Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung**

Die auf Seite 2 zitierten japanische Offenlegungsschriften sind nicht korrekt zitiert: die Nummer sollten "63 107073" und "01 105581" sein.

#### **Zu Punkt VIII**

##### **Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung**

1.) Die Gegenstände der Patentansprüche 1, 4 und 6 erfüllen nicht die Erfordernisse des Art. 6 PCT.

1.1.) In der Tat sind die "Schichtstruktur" und sie "Trägerschicht" von Anspruch 1 nicht deutlich definiert, so dass nicht klar ist, wie eine flexible Solarzelle gebildet werden kann.

1.2.) Im Patentanspruch 4 ist unverständlich, welche Art von Bauelement durch die Kombination von Schichtpaketen gebildet wird. Außerdem ist hier der Begriff "Trennschichten" nicht deutlich definiert.

In Anspruch 11, abhängig vom Anspruch 6, wird eine flexible Solarzelle beansprucht, wobei in Anspruch 6 die Solarzelle nicht als solche definiert wird. Außerdem ist nicht klar, wie diese flexible Solarzelle ein festes Trägermaterial wie Glas, Metall oder Keramik, aufweisen kann.

P159-10.HAZ/28.06.01

### Flexible Dünnschicht-Solarzelle

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Solarzellen sowie eine Solarzelle, die nur aus dünnen Schichten besteht und flexibel ist, gemäss den Patentansprüchen 1 und 6.

Die bisher bekannten flexiblen Solarzellen wurden direkt auf Metallfolien oder Kunststofffolien produziert. Bei der Verwendung von Kunststofffolien ergaben sich Probleme mit der Kompatibilität zwischen Kunststoff und eigentlicher Solarzellenstruktur wegen der beschränkten Temperaturstabilität von Polymeren.

Solche flexiblen Dünnschichtsolarzellen werden von B. M. Basol et al. (Solar Energy Materials and Solar Cells 43, 1996, S. 93-98) beschrieben. Die Zellen bestehen aus  $\text{CuInSe}_2$  (Kupfer-Indium-Diselenid) auf flexiblen Polymer-Folien. Die Schichten, welche die Solarzelle bilden, werden mit geeigneten Techniken direkt auf die Kunststoffolie abgeschieden. Weiter können wegen dieser beschränkten Temperaturstabilität und inhomogenen Spannungsverteilungen in den Folien unbrauchbare Oberflächen resultieren, sowie, falls die elektrisch aktiven Schichten mit Vakuumabscheidetechniken aufgebracht werden, lokale Fehler in der Oberfläche zu katastrophalen Kurzschlüssen in den fertigen Zellen führen. Bei Verwendung von Metallfolien kann die Rauigkeit der Folienoberfläche zu Problemen führen (B.M. Basol et al., 25<sup>th</sup> IEEE Photovol. Spec. Conf. 1988, IEEE Service Center, New York, USA, 1996, S. 157-162; M.A. Contreras et al., "Fabrication methods of  $\text{Cu(In,Ga)Se}_2$  polycrystalline materials and devices currently under development at the national renewable energy laboratory", Proc. 14<sup>th</sup> European Photovoltaic Solar Energy Conference, Barcelona, Spain, 1997, H.S. Stephens & Associates, UK, 1997, S. 2354-2358).

In der US-Patentschrift Nr. 5,232,860 werden aus amorphen-Silizium (a-Si) Schichten bestehende Solarzellen auf einem flexiblen Substrat beschrieben. Das Schichtpaket, das die für die a-Si-Zelle relevanten Schichten enthält, wird auf einem starren

## 2

Hilfs-Trägersubstrat gewachsen. Eine spezielle Separationsschicht (im Original: "separation layer"), die z.B. aus Blei (Pb) besteht, befindet sich zwischen dem Hilfsträgersubstrat und den Solarzellenschichten auf flexiblem Folienträger. Die Separationsschicht haftet schlecht auf dem Hilfsträgersubstrat bzw. auf der Solarzellenschichtstruktur, sodass im letzten Fabrikationschritt die flexible Zelle vom Hilfsglässubstrat weggezogen werden kann. Gegenüber den japanischen Offenlegungsschriften Nr. 107073 (1988) und Nr. 105581 (1989), die ebenfalls Separationsschichten behandeln, sei die verwendete Pb-Separationsschicht eine wesentliche Verbesserung.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung von flexiblen Solarzellen anzugeben, welche mit einer Zwischenschicht auf einem starren Hilfssubstrat gewachsen werden. Die Zwischenschicht weist dabei eine gute Haftung zum Hilfssubstrat bzw. zur Solarzellenschicht auf. Die Trennung des flexiblen Schichtstapels vom starren Hilfssubstrat erfolgt durch chemisches Auflösen der Zwischenschicht. Eine weitere Aufgabe besteht darin, eine Solarzelle vorzuschlagen, die nur aus dünnen Schichten besteht und flexibel ist.

Erfindungsgemäss werden diese Aufgaben mit einem Verfahren gemäss dem Wortlaut des Patentanspruches 1 und einer Solarzelle gemäss dem Wortlaut des Patentanspruches 6 gelöst. Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 Schichtstapel vor dem Ablösen vom starren Substrat
- Fig. 2a Schichtstapel einer zweiten Version vor dem Ablösen vom Substrat
- Fig. 2b Schichtstapel der zweiten Version im fertigen Zustand
- Fig. 3 Schichtstapel für "Superstratkonfiguration" vor dem Ablösen vom starren Substrat

Fig. 1 zeigt einen Schichtstapel vor dem Ablösen vom starren Substrat an Hand dessen das Verfahren beschrieben wird.

Auf ein starres Substrat 7, das z.B. aus Glas, Keramik oder Metall besteht, wird eine lösliche Zwischenschicht 6 z.B. durch Vakuumverdampfen aufgebracht. Auf das mit



82A

der löslichen Zwischenschicht 6 bedeckte Substrat 7 wird nun die Trägerschicht 5 aufgebracht, z.B. eine durch Vakuumabscheidung deponierte Metallschicht, oder eine z.B. aufgeschleuderte Polymerschicht wie z.B. ein kommerziell unter dem Markennamen "Kapton" erhältlicher temperaturresistenter Kunststoff.

Auf die Trägerschicht 5 wird nun eine Folge von Schichten 1 - 4, ein sog. Schichtpaket 10, aufgebracht, das Halbleiter als elektrisch aktive Schichten benutzt, welcher die elektronisch/optisch nötigen Schichten der Solarzelle enthält. Alle Schichten werden während der Herstellung auf einem starren Substrat mit Abscheidetechniken oder auch sonstwie angebracht.

Die weiteren Verfahrensschritte werden am Beispiel einer  $\text{CuIn}_x\text{Ga}_y\text{Se}_z$  mit  $x, y, z \geq 0$  (im folgenden CIGS) Solarzelle erläutert; die Beschreibung kann sinngemäss auch für andere Zellentypen wie z.B. CdTe angewendet werden. Für die CIGS Zelle entsprechen die weiteren Schritte im wesentlichen den schon bekannten Verfahren (H.W. Schock and A. Shah, "Status and prospects of photovoltaic thin film technologies", Proc. 14<sup>th</sup> European Photovoltaic Solar Energy Conference, Barcelona, Spain, 1997, H.S. Stephens & Associates, UK, 1997, S. 2000-2005): Auf die

## 3

Trägerschicht 5 wird der Rückkontakt 4 abgeschieden, dieser besteht z.B. aus aufgesputtertem Mo. Mit den bekannten Techniken, z.B. durch simultanes oder sequentielles Vakuumabscheiden der in der CIGS-Verbindung enthaltenen Elemente Cu, In, Ga und Se, wird die Absorberschicht 1 von wenigen Mikrometern Dicke aufgebracht, hier können die bekannten Techniken angewendet werden, durch z.B. Graduierung der Schichtzusammensetzung eine möglichst hohe Effizienz der fertigen Zelle zu erhalten. Die Temperatur der Probe während der Abscheidung beträgt z.B. 400°C. Bei dieser Temperatur bleibt eine geeignete Kunststoffträgerschicht wie oben beschrieben noch intakt, aber es können trotzdem Zellen mit hohen Effizienzen erhalten werden. Ebenfalls kann bei diesem Schritt etwas Na in geeigneter Form und/oder Verbindung beigegeben werden, da bekannt ist, dass eine Na-Beigabe sich positiv auf die Eigenschaften der fertigen Zelle auswirkt. Auf die Na-Beigabe kann auch verzichtet werden, dies z.B. falls Na bereits durch die Zwischenschicht, sofern diese Na-haltig ist, in der nötigen Menge und Form geliefert wird. Darauf folgt die Deposition der Fensterschicht 2, die z.B. aus ZnO, CdS oder ZnSe besteht, und des Frontkontaktes 3 aus z.B. ITO (Indium-Zinn-Oxid), wobei je nach gewähltem Verfahren weitere Differenzierungen wie z.B. CdS-Abscheidung, oder Dotierung des oberen Teils der Fensterschicht, dass diese gleichzeitig auch als Frontkontaktteil fungiert, sinnvoll sind. Je nach lateraler Grösse der Struktur werden durch z.B. Ritzen oder Photolithographie einzelne Solarzellen strukturiert und allenfalls Antireflexions- und mechanische Schutzschichten (z.B. eine optisch transparente UV-beständige weitere Polymerschicht) aufgebracht.

Zu diesem Zeitpunkt der Fertigungssequenz kann nun typischerweise die Zwischenschicht 6 chemisch aufgelöst werden, wodurch das Substrat 7 von der Trägerschicht 5 und dem darauf aufgetragenen Schichtpaket 10 getrennt wird. Die Trägerschicht 5 und das Schichtpaket 10 bilden die nun flexible Solarzelle.

Falls die Zwischenschicht 6 z.B. aus NaCl oder BaF<sub>2</sub> besteht, kann Wasser als Lösungsmittel verwendet werden. Für nicht wasserlösliche Zwischenschichten oder auch aus anderen Gründen können andere Lösungsmittel verwendet werden.

Mit diesem erfindungsgemässen Verfahren wurde z.B. eine CIGS-Solarzelle mit 12.8 % Effizienz auf einem Polyimid-Substrat erhalten. Die Schichtdicke des aufgesponne-

nen Polyimides betrug ca. 20  $\mu\text{m}$ , die Dicke der für das elektrisch-optische Funktionieren der Solarzelle wesentlichen Schichten weniger als ca. 4  $\mu\text{m}$ . Die ganze Struktur ist flexibel und kann für die bereits beschriebenen Anwendungen eingesetzt werden.

Diese Prozedur bringt gegenüber bestehenden bekannten Herstellungsverfahren verschiedene Vorteile: Die Herstellung von solchen Schichtstrukturen ist meist einfacher und reproduzierbarer, wenn die Schichten auf starre Träger abgeschieden werden z.B. kann so die für hohe Effizienz der Zellen optimale Abscheidetemperatur besser kontrolliert werden. Weiter ist die dünne Trägerfolie nie alleine den allenfalls mit ihren Eigenschaften schlecht kompatiblen Bedingungen während der Schichtabscheidungen ausgesetzt, wie z.B. hohe Temperatur und/oder mechanische Spannungen. Weiter können wegen mechanischen Spannungsinhomogenitäten in der Folie Fehler oder Inhomogenitäten in den aufgewachsenen Schichtstrukturen entstehen, die zu katastrophalen elektrischen Kurzschlüssen führen können.

Das starre Substrat 7 kann nach dem Ablösen der Schichtstruktur 11 wiederverwendet werden.

Wesentlich an der erfindungsgemässen Solarzelle ist somit, dass sie während eines Grossteils der Herstellungsschritte auf einem starren Substrat entsteht, von diesem anschliessend chemisch abgelöst wird und danach jedoch flexibel ist. Sie kann im flexiblen Zustand verwendet werden, aber auch mit einem weiteren festen Substrat wieder verbunden werden.

Gute Dünnschichtsolarzellen aus meist polykristallinen Verbindungshalbleitern wie z.B.  $\text{CuIn}_x\text{Ga}_y\text{Se}_z$  mit  $x,y,z \geq 0$  (meist mit CIGS abgekürzt) weisen z.Z. bereits sehr hohe Effizienzen auf (12% - 18%), diese können mit denen von konventionellen Solarzellen aus einkristallinem Silizium verglichen werden. Die für die Zellfertigung benötigten Schichten werden meist auf starre Glassubstrate aufgewachsen. Die Dicke der elektrisch wesentlichen Schichten beträgt nur wenige Mikrometer; pro Quadratmeter Solarzellenfläche werden dadurch nur wenige Gramm Material benötigt. Die Herstellungskosten werden bei Massenproduktion wesentlich geringer als die von

kristallinen Siliziumzellen ausfallen.

Für einige Anwendungen ist es vorteilhaft, wenn die gesamte Solarzellenstruktur flexibel bleibt. Dies z.B. um das relativ teure Glassubstrat zu umgehen, die Solarzellen auf gekrümmte Flächen wie Fassaden, Ziegel oder auch gekrümmte Gehäuse von elektronischen Konsumgeräten anzubringen, oder auch nur um Gewicht einzusparen, was besonders für Weltraumanwendungen wichtig ist. Ebenso kann eine grossflächige flexible Struktur zum Transport einfach gerollt werden. Aber auch für kleinflächige Anwendungen sind flexible Solarzellen interessant, z.B. als Energiequelle für Taschenrechner oder "smart cards", welche integrierte elektrische Schaltkreise und auch Displays enthalten können, aber gewissen Flexibilitätsanforderungen genügen müssen.

Fig. 2a und 2b zeigen eine Variation des erfindungsgemässen Herstellungsverfahrens. Fig. 2a zeigt einen zweiten Schichtstapel vor dem Ablösen vom Substrat. Zur Herstellung wird hier wie bereits beschrieben die Zwischenschicht 6 auf das Substrat 7 aufgebracht. Auf die Trägerschicht 5 wird jedoch zum momentanen Herstellungszeitpunkt verzichtet, sondern direkt die weiteren Schichten 1 - 4 der Solarzellenstruktur abgeschieden, also z.B. wie bereits beschrieben Rückkontakt 4 (z.B. Mo) gefolgt von CIGS 1, welches eventuell mit etwas Na versehen wird, Fensterschicht 2 und Frontkontakt 3. Darauf wird nun das transparente Polymer 5 als Trägerfolie aufgebracht, und die ganze Schichtstruktur 11 durch Auflösen der Zwischenschicht 6 vom starren Substrat 7 gelöst. Bei dieser Variante kann die Abscheidetemperatur auch höher als 400°C sein, da ja die Polymerschicht erst nachträglich aufgebracht wird; ebenfalls kann anstelle des Polymers ein Kunststoff mit weniger guter Temperaturbeständigkeit verwendet werden.

Fig. 2b zeigt einen zweiten Schichtstapel im fertigen Zustand. Erkennbar ist die in Fig. 2a beschriebene Schichtstruktur 11 und eine weitere Schicht 8, z.B. ein Kunststoff, der als Schutzschicht angebracht werden kann.

Eine weitere Variante ist, das Schichtpaket vor dem Aufbringen der oberen Polyimidschicht sorgfältig vom starren Träger zu lösen, und erst nachträglich dieses auf eine

das selbe gilt für IIa-Fluoride wie  $\text{BaF}_2$ . Weitere geeignete Materialien sind alle jene denkbar, die hinreichend temperaturbeständig sind und für die ein Lösungsmittel existiert, das in der betreffenden Umgebung eingesetzt werden darf, ohne dass die Funktionen des Schichtaufbaus gefährdet werden.

Spezielle Beachtung muss der Qualität der Schichten und insbesondere deren Haftung und allfälliger Delaminationerscheinungen geschenkt werden. Die in der Erfindung an Beispielen genannten Strukturen haben auch in der praktischen Realisierung gezeigt, dass, in nicht abschliessender Aufzählung, die Mo-Schicht auf Polyimid als Kontaktschicht brauchbar ist, die NaCl-Zwischenschicht die Haftung bzw. die weitere Herstellung nicht verunmöglicht, die spezielle aufgesponnene Polyimidschicht die Temperaturen während der Herstellung übersteht und ihre nötigen mechanischen und optischen Eigenschaften bewahrt.

Die für die Formierung der eigentlichen Solarzelle verwendeten Schichten können ebenfalls verschiedene Klassen von Materialien umfassen. Dazu gehören polykristalline Verbindungshalbleiter wie  $\text{CuInGaSeS}$ . Mit dieser Notation ist  $\text{CuIn}_y\text{Ga}_z\text{Se}_w\text{S}_u$  gemeint, wobei die Parameter  $y$ ,  $z$ ,  $w$  und  $u$  beliebige nicht negative Werte haben können, jedoch wie bekannt, für optimale Zellen die Werte auf spezielle kleinere Bereiche beschränkt sind. Diese Materialfamilie umfasst somit Verbindungshalbleiterschichten aus dem I-III-VI System der chemischen periodischen Systems, insbesondere gehören dazu (die Parameter  $y$ ,  $z$ ,  $w$ , und  $u$  werden im folgenden nicht mehr niedergeschrieben)  $\text{CuInSe}$ ,  $\text{CuInGaSe}$ ,  $\text{CuGaSe}$ ,  $\text{CuInS}$ ,  $\text{CuInGaSSe}$ , weitere Materialien können ebenfalls verwendet werden.

Aus der II-VI Familie des chemischen periodischen Systems können  $\text{CdTe}$  sowie ebenfalls weitere Verbindungen benutzt werden. Ebenfalls können Verbindungen aus der III-V Familie des chemischen periodischen Systems wie z.B.  $\text{GaAs}$  oder Gruppe IV Halbleiter des chemischen periodischen Systems wie  $\text{Si}$  oder  $\text{Ge}$  verwendet werden.

Alle diese Verbindungen liegen in den erfindungsgemässen Solarzelle meist als polykristalline Schichten vor. Die Struktur der Schichten kann jedoch polykristallin, mikrokristallin, nanokristallin, mikromorph oder amorph, wie die in der Fachliteratur genannten Bezeichnungen für verschiedene Strukturen von dünnen Schichten heissen,

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Solarzelle, gekennzeichnet dadurch, dass auf einem Substrat (7) eine auflösbare Zwischenschicht (6) aufgebracht wird, dass auf diese Zwischenschicht (6) eine Schichtstruktur (11) aufgebracht wird, die aus einer Trägerschicht (5) und einem Schichtpaket (10) gebildet wird, wobei letzteres eine Absorberschicht (1), eine Fensterschicht (2), einen Frontkontakt (3) und einen Rückkontakt (4) enthält, dass die Zwischenschicht (6) anschließend chemisch aufgelöst wird, wodurch die Schichtstruktur (11) vom Substrat (7) getrennt wird und dass dadurch aus der Schichtstruktur (11) eine flexible Solarzelle gebildet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Auflösen der Zwischenschicht (6) das Substrat (7) weiterverwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenschicht (6) aus einem Material der Gruppe der Alkali-Halogenide wie NaCl, KCl, NaF oder der Gruppe IIa-Fluoride wie BaF<sub>2</sub> besteht.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 3, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Kombinationen von Schichtpaketen (10) mit oder ohne Trennschichten zwischen den Schichtpaketen übereinander abgeschieden werden.
5. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 - 4 zur Energieerzeugung auf der Erde und im Weltraum und für Konsumgüter, wie Taschenrechner und "smart cards".
6. Solarzelle nach einem der Ansprüche 1 - 5, bestehend aus mindestens einer Absorberschicht (1) eines Halbleiters, aus mindestens einer Fensterschicht (2) eines Halbleiters zur Einkoppelung des Lichtes, aus mindestens eines mindestens teilweise transparenten Frontkontaktes (3), und mindestens eines Rückkontaktes (4), gekennzeichnet dadurch, dass die Solarzelle mindestens eine dünne Trägerschicht (5)

aufweist und dass diese an den Rückkontakt (4) angrenzt oder sich auf dem Frontkontakt (3) befindet.

7. Solarzelle nach Anspruch 6, gekennzeichnet dadurch, dass die Trägerschicht (5) aus einem Kunststoff, vorzugsweise aus Polyimid, oder aus Metall oder Keramik besteht, und dass sie eine Dicke von 1 - 100  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise 20  $\mu\text{m}$  aufweist.

8. Solarzelle nach Anspruch 6 oder 7, gekennzeichnet dadurch, dass die Absorberschicht (1) aus einem Material der Gruppe der I-III-VI Verbindungen des periodischen Systems besteht, wie  $\text{CuIn}_x\text{Se}_y$ ,  $\text{CuIn}_x\text{Ga}_y\text{Se}_z$ ,  $\text{CuIn}_x\text{Ga}_y\text{S}_z\text{Se}_u$  mit  $x, y, z, u \geq 0$ , oder der II-VI Verbindungen des periodischen Systems  $\text{CdTe}$ , oder III-V Verbindungen des periodischen Systems wie  $\text{Al}_{1-x-y}\text{Ga}_x\text{In}_y\text{As}_{1-u-w}\text{P}_u\text{N}_w$  mit  $0 \leq x, y, u, w \leq 1$  oder der Gruppe IV-Elemente des periodischen Systems wie Si oder Ge.

9. Solarzelle nach einem der Ansprüche 6 - 8, gekennzeichnet dadurch, dass die Fensterschicht (2) aus einem Halbleitermaterial mit mindestens gleichgrosser Bandlücke wie die der Absorberschicht (1) besteht, wobei die Struktur der Schichten polykristallin oder amorph ist.

10. Solarzelle nach einem der Ansprüche 6 - 9, gekennzeichnet dadurch, dass die Absorberschicht (1) aus  $\text{CuIn}_x\text{Ga}_y\text{S}_z\text{Se}_u$  mit  $x, y, z, u \geq 0$  besteht und die Fensterschicht (2) mindestens ein Material aus der Gruppe dotiertem oder undotiertem  $\text{ZnO}$ ,  $\text{InSnO}$  (ITO),  $\text{CdS}$  und  $\text{ZnSe}$  enthält.

11. Solarzelle nach einem der Ansprüche 6 - 10, gekennzeichnet dadurch, dass die flexible Solarzellenstruktur je nach Verwendungszweck ein festes Trägermaterial wie Glas, Metall oder Keramik aufweist.

# VERTRAG ÜBER D INTERNATIONALE ZUSAM NARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

REC'D 15 NOV 2001

WIPO PCT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

T16



Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts PCT-P159.HAZ	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/PEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/CH00/00379	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 12/07/2000	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 13/07/1999
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H01L31/18		
Anmelder EIDGENOSSISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE (ETH) et al.		

- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 7 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.  
☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).  
Diese Anlagen umfassen insgesamt 9 Blätter.

## CORRECTED VERSION

- Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☒ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☒ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 10/02/2001	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 07.11.2001
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt - P.B. 5818 Patentaan 2 NL-2280 HV Rijswijk - Pays Bas Tel. +31 70 340 - 2040 Tx: 31 651 epo nl Fax: +31 70 340 - 3016	Bevollmächtigter Bediensteter Visentin, A Tel. Nr. +31 70 340 2530 



**I. Grundlag des Berichts**

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17):* **Beschreibung, Seiten:**

6,8 ursprüngliche Fassung

1,2,2a,3-5,7 eingegangen am 07/07/2001 mit Schreiben vom 05/07/2001

**Patentansprüche, Nr.:**

1-11 eingegangen am 07/07/2001 mit Schreiben vom 05/07/2001

**Zeichnungen, Blätter:**

1/1 ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerisierbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerisierbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerisierbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung,      Seiten:  
☐ Ansprüche,      Nr.:  
☐ Zeichnungen,      Blatt:

5. ☒ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*  
**siehe Beiblatt**

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

**V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche    2,4 Nein: Ansprüche    1,3,5-11
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche Nein: Ansprüche    1-11
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche    1-11 Nein: Ansprüche

2. Unterlagen und Erklärungen  
**siehe Beiblatt**

**VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung**

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:  
**siehe Beiblatt**

**VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung**

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:  
**siehe Beiblatt**

**Zu Punkt I**

**Grundlage des Berichts**

Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung der folgenden Änderungen erstellt worden:

"chemisches Auflösen" (siehe Seite 2, Zeile 15) und "chemisch aufgelöst" (Anspruch 1), da diese nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c) PCT).

Die ursprünglich eingereichten Fassung sprach nur von einer in Wasser löslichen, auflösbaren Zwischenschicht, wobei "chemisches Auflösen" bei der neuen Fassung ein viel allgemeinerer Begriff ist.

**Zu Punkt V**

**Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

1.) In diesem Prüfungsbericht wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1: US-A-5232860

D2: Solar Energy Materials and Solar Cells, Band 43, Nr.1,  
15. August 1996, Seiten 93-98

D3: Patent Abstract of Japan, Band 012, No. 348 (E-659),  
19. September 1988, & JP-A-63107073

D4: Patent Abstract of Japan, Band 016, No. 142 (E-1187),  
9 April 1992, & JP-A-04002173

Das Dokument D4 wurde im internationalen Recherchenbericht nicht angegeben.

2.) Die vorliegende Anmeldung erfüllt nicht die Erfordernisse des Art. 33(2)(3) PCT, weil der Gegenstand des Patentanspruchs 1 nicht neu und nicht erfinderisch ist. Das Dokument D4 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung einer Solarzelle mit den Merkmalen, die in Anspruch 1 beschrieben sind (siehe D4, Zusammenfassung und Figuren). Somit sind alle Merkmale des Patentanspruchs 1 bekannt, so dass Anspruch

1 nicht neu ist (Art. 33(2) PCT).

Außerdem beschreibt das Dokument D1 ein Verfahren zur Herstellung einer Solarzelle, wobei auf einem Substrat eine Zwischenschicht aufgebracht wird, auf diese Zwischenschicht eine Solarzelle bildende Halbleiterschichtstruktur aufgebracht wird, und danach die Halbleiterschichtstruktur vom Substrat durch die Zwischenschicht getrennt wird, so dass eine flexible Dünnschicht-Solarzelle entsteht (siehe D1, Spalte 2, Zeile 43-Spalte 3, Zeile 37; Abbildung 4).

Somit unterscheidet sich der Gegenstand des Anspruchs 1 von der Lehre aus D1 dadurch, dass die Zwischenschicht im Anspruch 1 auflösbar ist und aufgelöst wird. Das Dokument D3 beschreibt ein ähnliches Verfahren zur Herstellung einer Solarzelle, wobei eine Harz-Zwischenschicht auf einem Glassubstrat aufgebracht wird, und danach im Wasser aufgelöst wird, so dass Substrat und Halbleiterschichtstruktur getrennt werden. Somit wird dem Fachmann eine alternative Lösung des Problems, das Substrat und die Halbleiterschichtstruktur einer flexiblen Solarzelle mit einfachen Mitteln zu trennen. Für den Fachmann ist deshalb naheliegend, diese Lösung im aus D1 bekannten Verfahren einzusetzen.

Daher kann dem Patentanspruch 1 auch keine erfinderische Tätigkeit anerkannt werden (Art. 33(3) PCT).

3.) Der Gegenstand des vom Patentanspruch 1 abhängigen Anspruch 2 ist aus Dokument D1 bekannt (siehe D1, Spalte 2, Zeile 43-Spalte 3, Zeile 37; Abbildung 4). Somit kann der Patentanspruch 2 nichts von erfinderischer Bedeutung zum Gegenstand des Patentanspruchs 1 hinzufügen (Art. 33(3) PCT).

4.) Der Gegenstand des vom Patentanspruch 1 abhängigen Anspruch 3 ist aus dem Dokument D4 bekannt (siehe D4, Zusammenfassung und Figuren). Somit kann der Patentanspruch 3 nichts Neues zum Gegenstand des Patentanspruchs 1 hinzufügen (Art. 33(2)(3) PCT).

Der Gegenstand des vom Patentanspruch 1 abhängigen Anspruch 4 ist durchaus naheliegend für den Fachmann. In der Tat handelt es sich hierbei um eine dem Fachmann bekannte Schichtstruktur, die mehrere aktive Schichtpakete aufweist. Das Trennverfahren aus dem einzelnen Substrat ist aus D4 bekannt. Somit kann der Patentanspruch 4 nichts von erfinderischer Bedeutung zum Gegenstand des Patentanspruchs 1 hinzufügen (Art. 33(3) PCT).

5.) Der Gegenstand des "Anwendungsanspruchs" 5 ist allgemein bekannt und naheliegend für den Fachmann, da Solarzelle für die Energieerzeugung hergestellt werden.

Der Patentanspruch 5 erfüllt daher nicht die Erfordernisse des Art. 33(2)(3) PCT.

6.) Die vorliegende Anmeldung erfüllt nicht die Erfordernisse des Art. 33(2)(3) PCT, weil der Gegenstand des unabhängigen Patentanspruchs 6 nicht neu ist. Das Dokument D2 beschreibt eine Solarzelle mit den Merkmalen, die im Anspruch 6 beansprucht werden (siehe D2, Seiten 94-97).

Somit sind alle Merkmale des Patentanspruchs 6 bekannt, daher ist der Anspruch nicht neu (Art. 33(2)(3) PCT).

7.) Die Gegenstände der vom Patentanspruch 6 abhängigen Ansprüche 7-11 sind auch aus Dokument D2 bekannt (siehe D2, Seiten 94-97).

Somit können die Patentansprüche 7-11 nichts Neues zum Gegenstand des Patentanspruchs 8 hinzufügen (Art. 33(2)(3) PCT).

8.) Die Gegenstände der Patentansprüche 1-11 erfüllen die Erfordernisse des Art. 33(4) PCT weil sie gewerblich anwendbar sind.

### **Zu Punkt VII**

#### **Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung**

Die auf Seite 2 zitierten japanische Offenlegungsschriften sind nicht korrekt zitiert: die Nummer sollten "63 107073" und "01 105581" sein.

### **Zu Punkt VIII**

#### **Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung**

1.) Die Gegenstände der Patentansprüche 1, 4 und 6 erfüllen nicht die Erfordernisse des Art. 6 PCT.

1.1.) In der Tat sind die "Schichtstruktur" und sie "Trägerschicht" von Anspruch 1 nicht deutlich definiert, so dass nicht klar ist, wie eine flexible Solarzelle gebildet werden kann.

1.2.) Im Patentanspruch 4 ist unverständlich, welche Art von Bauelement durch die Kombination von Schichtpaketen gebildet wird. Außerdem ist hier der Begriff "Trennschichten" nicht deutlich definiert.

In Anspruch 11, abhängig vom Anspruch 6, wird eine flexible Solarzelle beansprucht, wobei in Anspruch 6 die Solarzelle nicht als solche definiert wird. Außerdem ist nicht klar, wie diese flexible Solarzelle ein festes Trägermaterial wie Glas, Metall oder Keramik, aufweisen kann.

### Flexible Dünnschicht-Solarzelle

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Solarzellen sowie eine Solarzelle, die nur aus dünnen Schichten besteht und flexibel ist, gemäss den Patentansprüchen 1 und 6.

Die bisher bekannten flexiblen Solarzellen wurden direkt auf Metallfolien oder Kunststofffolien produziert. Bei der Verwendung von Kunststofffolien ergaben sich Probleme mit der Kompatibilität zwischen Kunststoff und eigentlicher Solarzellenstruktur wegen der beschränkten Temperaturstabilität von Polymeren.

Solche flexiblen Dünnschichtsolarzellen werden von B. M. Basol et al. (Solar Energy Materials and Solar Cells 43, 1996, S. 93-98) beschrieben. Die Zellen bestehen aus  $\text{CuInSe}_2$  (Kupfer-Indium-Diselenid) auf flexiblen Polymer-Folien. Die Schichten, welche die Solarzelle bilden, werden mit geeigneten Techniken direkt auf die Kunststoffolie abgeschieden. Weiter können wegen dieser beschränkten Temperaturstabilität und inhomogenen Spannungsverteilungen in den Folien unbrauchbare Oberflächen resultieren, sowie, falls die elektrisch aktiven Schichten mit Vakuumabscheidetechniken aufgebracht werden, lokale Fehler in der Oberfläche zu katastrophalen Kurzschlüssen in den fertigen Zellen führen. Bei Verwendung von Metallfolien kann die Rauigkeit der Folienoberfläche zu Problemen führen (B.M. Basol et al., 25<sup>th</sup> IEEE Photovol. Spec. Conf. 1988, IEEE Service Center, New York, USA, 1996, S. 157-162; M.A. Contreras et al., "Fabrication methods of  $\text{Cu(In,Ga)Se}_2$  polycrystalline materials and devices currently under development at the national renewable energy laboratory", Proc. 14<sup>th</sup> European Photovoltaic Solar Energy Conference, Barcelona, Spain, 1997, H.S. Stephens & Associates, UK, 1997, S. 2354-2358).

In der US-Patentschrift Nr. 5,232,860 werden aus amorphen-Silizium (a-Si) Schichten bestehende Solarzellen auf einem flexiblen Substrat beschrieben. Das Schichtpaket, das die für die a-Si-Zelle relevanten Schichten enthält, wird auf einem starren

Hilfs-Trägersubstrat gewachsen. Eine spezielle Separationsschicht (im Original: "separation layer"), die z.B. aus Blei (Pb) besteht, befindet sich zwischen dem Hilfsträgersubstrat und den Solarzellenschichten auf flexiblem Folienträger. Die Separationsschicht haftet schlecht auf dem Hilfsträgersubstrat bzw. auf der Solarzellenschichtstruktur, sodass im letzten Fabrikationschritt die flexible Zelle vom Hilfsglassubstrat weggezogen werden kann. Gegenüber den japanischen Offenlegungsschriften Nr. 107073 (1988) und Nr. 105581 (1989), die ebenfalls Separationsschichten behandeln, sei die verwendete Pb-Separationsschicht eine wesentliche Verbesserung.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung von flexiblen Solarzellen anzugeben, welche mit einer Zwischenschicht auf einem starren Hilfssubstrat gewachsen werden. Die Zwischenschicht weist dabei eine gute Haftung zum Hilfssubstrat bzw. zur Solarzellenschicht auf. Die Trennung des flexiblen Schichtstapels vom starren Hilfssubstrat erfolgt durch chemisches Auflösen der Zwischenschicht. Eine weitere Aufgabe besteht darin, eine Solarzelle vorzuschlagen, die nur aus dünnen Schichten besteht und flexibel ist.

Erfindungsgemäss werden diese Aufgaben mit einem Verfahren gemäss dem Wortlaut des Patentanspruchs 1 und einer Solarzelle gemäss dem Wortlaut des Patentanspruchs 6 gelöst. Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 Schichtstapel vor dem Ablösen vom starren Substrat
- Fig. 2a Schichtstapel einer zweiten Version vor dem Ablösen vom Substrat
- Fig. 2b Schichtstapel der zweiten Version im fertigen Zustand
- Fig. 3 Schichtstapel für "Superstratkonfiguration" vor dem Ablösen vom starren Substrat

Fig. 1 zeigt einen Schichtstapel vor dem Ablösen vom starren Substrat an Hand dessen das Verfahren beschrieben wird.

Auf ein starres Substrat 7, das z.B. aus Glas, Keramik oder Metall besteht, wird eine lösliche Zwischenschicht 6 z.B. durch Vakuumverdampfen aufgebracht. Auf das mit



### 3.2A

der löslichen Zwischenschicht 6 bedeckte Substrat 7 wird nun die Trägerschicht 5 aufgebracht, z.B. eine durch Vakuumabscheidung deponierte Metallschicht, oder eine z.B. aufgeschleuderte Polymerschicht wie z.B. ein kommerziell unter dem Markennamen "Kapton" erhältlicher temperaturresistenter Kunststoff.

Auf die Trägerschicht 5 wird nun eine Folge von Schichten 1 - 4, ein sog. Schichtpaket 10, aufgebracht, das Halbleiter als elektrisch aktive Schichten benutzt, welcher die elektronisch/optisch nötigen Schichten der Solarzelle enthält. Alle Schichten werden während der Herstellung auf einem starren Substrat mit Abscheidetechniken oder auch sonstwie angebracht.

Die weiteren Verfahrensschritte werden am Beispiel einer  $\text{CuIn}_x\text{Ga}_y\text{Se}_z$  mit  $x, y, z \geq 0$  (im folgenden CIGS) Solarzelle erläutert; die Beschreibung kann sinngemäss auch für andere Zellentypen wie z.B. CdTe angewendet werden. Für die CIGS Zelle entsprechen die weiteren Schritte im wesentlichen den schon bekannten Verfahren (H.W. Schock and A. Shah, "Status and prospects of photovoltaic thin film technologies", Proc. 14<sup>th</sup> European Photovoltaic Solar Energy Conference, Barcelona, Spain, 1997, H.S. Stephens & Associates, UK, 1997, S. 2000-2005): Auf die

## 3

Trägerschicht 5 wird der Rückkontakt 4 abgeschieden, dieser besteht z.B. aus aufgesputtertem Mo. Mit den bekannten Techniken, z.B. durch simultanes oder sequentielles Vakuumabscheiden der in der CIGS-Verbindung enthaltenen Elemente Cu, In, Ga und Se, wird die Absorberschicht 1 von wenigen Mikrometern Dicke aufgebracht, hier können die bekannten Techniken angewendet werden, durch z.B. Graduierung der Schichtzusammensetzung eine möglichst hohe Effizienz der fertigen Zelle zu erhalten. Die Temperatur der Probe während der Abscheidung beträgt z.B. 400°C. Bei dieser Temperatur bleibt eine geeignete Kunststoffträgerschicht wie oben beschrieben noch intakt, aber es können trotzdem Zellen mit hohen Effizienzen erhalten werden. Ebenfalls kann bei diesem Schritt etwas Na in geeigneter Form und/oder Verbindung beigegeben werden, da bekannt ist, dass eine Na-Beigabe sich positiv auf die Eigenschaften der fertigen Zelle auswirkt. Auf die Na-Beigabe kann auch verzichtet werden, dies z.B. falls Na bereits durch die Zwischenschicht, sofern diese Na-haltig ist, in der nötigen Menge und Form geliefert wird. Darauf folgt die Deposition der Fensterschicht 2, die z.B. aus ZnO, CdS oder ZnSe besteht, und des Frontkontaktes 3 aus z.B. ITO (Indium-Zinn-Oxid), wobei je nach gewähltem Verfahren weitere Differenzierungen wie z.B. CdS-Abscheidung, oder Dotierung des oberen Teils der Fensterschicht, dass diese gleichzeitig auch als Frontkontaktteil fungiert, sinnvoll sind. Je nach lateraler Grösse der Struktur werden durch z.B. Ritzen oder Photolithographie einzelne Solarzellen strukturiert und allenfalls Antireflexions- und mechanische Schutzschichten (z.B. eine optisch transparente UV-beständige weitere Polymerschicht) aufgebracht.

Zu diesem Zeitpunkt der Fertigungssequenz kann nun typischerweise die Zwischenschicht 6 chemisch aufgelöst werden, wodurch das Substrat 7 von der Trägerschicht 5 und dem darauf aufgetragenen Schichtpaket 10 getrennt wird. Die Trägerschicht 5 und das Schichtpaket 10 bilden die nun flexible Solarzelle.

Falls die Zwischenschicht 6 z.B. aus NaCl oder BaF<sub>2</sub> besteht, kann Wasser als Lösungsmittel verwendet werden. Für nicht wasserlösliche Zwischenschichten oder auch aus anderen Gründen können andere Lösungsmittel verwendet werden.

Mit diesem erfindungsgemässen Verfahren wurde z.B. eine CIGS-Solarzelle mit 12.8 % Effizienz auf einem Polyimid-Substrat erhalten. Die Schichtdicke des aufgesponne-

nen Polyimides betrug ca. 20  $\mu\text{m}$ , die Dicke der für das elektrisch-optische Funktionieren der Solarzelle wesentlichen Schichten weniger als ca. 4  $\mu\text{m}$ . Die ganze Struktur ist flexibel und kann für die bereits beschriebenen Anwendungen eingesetzt werden.

Diese Prozedur bringt gegenüber bestehenden bekannten Herstellungsverfahren verschiedene Vorteile: Die Herstellung von solchen Schichtstrukturen ist meist einfacher und reproduzierbarer, wenn die Schichten auf starre Träger abgeschieden werden z.B. kann so die für hohe Effizienz der Zellen optimale Abscheidetemperatur besser kontrolliert werden. Weiter ist die dünne Trägerfolie nie alleine den allenfalls mit ihren Eigenschaften schlecht kompatiblen Bedingungen während der Schichtabscheidungen ausgesetzt, wie z.B. hohe Temperatur und/oder mechanische Spannungen. Weiter können wegen mechanischen Spannungsinhomogenitäten in der Folie Fehler oder Inhomogenitäten in den aufgewachsenen Schichtstrukturen entstehen, die zu katastrophalen elektrischen Kurzschlüssen führen können.

Das starre Substrat 7 kann nach dem Ablösen der Schichtstruktur 11 wiederverwendet werden.

Wesentlich an der erfindungsgemässen Solarzelle ist somit, dass sie während eines Grossteils der Herstellungsschritte auf einem starren Substrat entsteht, von diesem anschliessend chemisch abgelöst wird und danach jedoch flexibel ist. Sie kann im flexiblen Zustand verwendet werden, aber auch mit einem weiteren festen Substrat wieder verbunden werden.

Gute Dünnschichtsolarzellen aus meist polykristallinen Verbindungshalbleitern wie z.B.  $\text{CuIn}_x\text{Ga}_y\text{Se}_z$  mit  $x, y, z \geq 0$  (meist mit CIGS abgekürzt) weisen z.Z. bereits sehr hohe Effizienzen auf (12% - 18%), diese können mit denen von konventionellen Solarzellen aus einkristallinem Silizium verglichen werden. Die für die Zellfertigung benötigten Schichten werden meist auf starre Glassubstrate aufgewachsen. Die Dicke der elektrisch wesentlichen Schichten beträgt nur wenige Mikrometer; pro Quadratmeter Solarzellenfläche werden dadurch nur wenige Gramm Material benötigt. Die Herstellungskosten werden bei Massenproduktion wesentlich geringer als die von

kristallinen Siliziumzellen ausfallen.

Für einige Anwendungen ist es vorteilhaft, wenn die gesamte Solarzellenstruktur flexibel bleibt. Dies z.B. um das relativ teure Glassubstrat zu umgehen, die Solarzellen auf gekrümmte Flächen wie Fassaden, Ziegel oder auch gekrümmte Gehäuse von elektronischen Konsumgeräten anzubringen, oder auch nur um Gewicht einzusparen, was besonders für Weltraumanwendungen wichtig ist. Ebenso kann eine grossflächige flexible Struktur zum Transport einfach gerollt werden. Aber auch für kleinflächige Anwendungen sind flexible Solarzellen interessant, z.B. als Energiequelle für Taschenrechner oder "smart cards", welche integrierte elektrische Schaltkreise und auch Displays enthalten können, aber gewissen Flexibilitätsanforderungen genügen müssen.

Fig. 2a und 2b zeigen eine Variation des erfindungsgemässen Herstellungsverfahrens. Fig. 2a zeigt einen zweiten Schichtstapel vor dem Ablösen vom Substrat. Zur Herstellung wird hier wie bereits beschrieben die Zwischenschicht 6 auf das Substrat 7 aufgebracht. Auf die Trägerschicht 5 wird jedoch zum momentanen Herstellungszeitpunkt verzichtet, sondern direkt die weiteren Schichten 1 - 4 der Solarzellenstruktur abgeschieden, also z.B. wie bereits beschrieben Rückkontakt 4 (z.B. Mo) gefolgt von CIGS 1, welches eventuell mit etwas Na versehen wird, Fensterschicht 2 und Frontkontakt 3. Darauf wird nun das transparente Polymer 5 als Trägerfolie aufgebracht, und die ganze Schichtstruktur 11 durch Auflösen der Zwischenschicht 6 vom starren Substrat 7 gelöst. Bei dieser Variante kann die Abscheidetemperatur auch höher als 400°C sein, da ja die Polymerschicht erst nachträglich aufgebracht wird; ebenfalls kann anstelle des Polymers ein Kunststoff mit weniger guter Temperaturbeständigkeit verwendet werden.

Fig. 2b zeigt einen zweiten Schichtstapel im fertigen Zustand. Erkennbar ist die in Fig. 2a beschriebene Schichtstruktur 11 und eine weitere Schicht 8, z.B. ein Kunststoff, der als Schutzschicht angebracht werden kann.

Eine weitere Variante ist, das Schichtpaket vor dem Aufbringen der oberen Polyimidschicht sorgfältig vom starren Träger zu lösen, und erst nachträglich dieses auf eine

das selbe gilt für Ila-Fluoride wie  $\text{BaF}_2$ . Weitere geeignete Materialien sind alle jene denkbar, die hinreichend temperaturbeständig sind und für die ein Lösungsmittel existiert, das in der betreffenden Umgebung eingesetzt werden darf, ohne dass die Funktionen des Schichtaufbaus gefährdet werden.

Spezielle Beachtung muss der Qualität der Schichten und insbesondere deren Haftung und allfälliger Delaminationserscheinungen geschenkt werden. Die in der Erfindung an Beispielen genannten Strukturen haben auch in der praktischen Realisierung gezeigt, dass, in nicht abschliessender Aufzählung, die Mo-Schicht auf Polyimid als Kontaktschicht brauchbar ist, die NaCl-Zwischenschicht die Haftung bzw. die weitere Herstellung nicht verunmöglicht, die spezielle aufgesponnene Polyimidschicht die Temperaturen während der Herstellung übersteht und ihre nötigen mechanischen und optischen Eigenschaften bewahrt.

Die für die Formierung der eigentlichen Solarzelle verwendeten Schichten können ebenfalls verschiedene Klassen von Materialien umfassen. Dazu gehören polykristalline Verbindungshalbleiter wie  $\text{CuInGaSeS}$ . Mit dieser Notation ist  $\text{CuIn}_y\text{Ga}_z\text{Se}_w\text{S}_u$  gemeint, wobei die Parameter  $y$ ,  $z$ ,  $w$  und  $u$  beliebige nicht negative Werte haben können, jedoch wie bekannt, für optimale Zellen die Werte auf spezielle kleinere Bereiche beschränkt sind. Diese Materialfamilie umfasst somit Verbindungshalbleiterschichten aus dem I-III-VI System der chemischen periodischen Systems, insbesondere gehören dazu (die Parameter  $y$ ,  $z$ ,  $w$ , und  $u$  werden im folgenden nicht mehr niedergeschrieben)  $\text{CuInSe}$ ,  $\text{CuInGaSe}$ ,  $\text{CuGaSe}$ ,  $\text{CuInS}$ ,  $\text{CuInGaSSe}$ , weitere Materialien können ebenfalls verwendet werden.

Aus der II-VI Familie des chemischen periodischen Systems können  $\text{CdTe}$  sowie ebenfalls weitere Verbindungen benutzt werden. Ebenfalls können Verbindungen aus der III-V Familie des chemischen periodischen Systems wie z.B.  $\text{GaAs}$  oder Gruppe IV Halbleiter des chemischen periodischen Systems wie  $\text{Si}$  oder  $\text{Ge}$  verwendet werden.

Alle diese Verbindungen liegen in den erfindungsgemässen Solarzelle meist als polykristalline Schichten vor. Die Struktur der Schichten kann jedoch polykristallin, mikrokristallin, nanokristallin, mikromorph oder amorph, wie die in der Fachliteratur genannten Bezeichnungen für verschiedene Strukturen von dünnen Schichten heissen,

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Solarzelle, gekennzeichnet dadurch, dass auf einem Substrat (7) eine auflösbare Zwischenschicht (6) aufgebracht wird, dass auf diese Zwischenschicht (6) eine Schichtstruktur (11) aufgebracht wird, die aus einer Trägerschicht (5) und einem Schichtpaket (10) gebildet wird, wobei letzteres eine Absorberschicht (1), eine Fensterschicht (2), einen Frontkontakt (3) und einen Rückkontakt (4) enthält, dass die Zwischenschicht (6) anschliessend chemisch aufgelöst wird, wodurch die Schichtstruktur (11) vom Substrat (7) getrennt wird und dass dadurch aus der Schichtstruktur (11) eine flexible Solarzelle gebildet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Auflösen der Zwischenschicht (6) das Substrat (7) weiterverwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenschicht (6) aus einem Material der Gruppe der Alkali-Halogenide wie NaCl, KCl, NaF oder der Gruppe Ila-Fluoride wie  $BaF_2$  besteht.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 3, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Kombinationen von Schichtpaketen (10) mit oder ohne Trennschichten zwischen den Schichtpaketen übereinander abgeschieden werden.
5. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 - 4 zur Energieerzeugung auf der Erde und im Weltraum und für Konsumgüter, wie Taschenrechner und "smart cards".
6. Solarzelle nach einem der Ansprüche 1 - 5, bestehend aus mindestens einer Absorberschicht (1) eines Halbleiters, aus mindestens einer Fensterschicht (2) eines Halbleiters zur Einkoppelung des Lichtes, aus mindestens einem mindestens teilweise transparenten Frontkontakte (3), und mindestens eines Rückkontaktes (4), gekennzeichnet dadurch, dass die Solarzelle mindestens eine dünne Trägerschicht (5)

aufweist und dass diese an den Rückkontakt (4) angrenzt oder sich auf dem Frontkontakt (3) befindet.

7. Solarzelle nach Anspruch 6, gekennzeichnet dadurch, dass die Trägerschicht (5) aus einem Kunststoff, vorzugsweise aus Polyimid, oder aus Metall oder Keramik besteht, und dass sie eine Dicke von 1 - 100  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise 20  $\mu\text{m}$  aufweist.

8. Solarzelle nach Anspruch 6 oder 7, gekennzeichnet dadurch, dass die Absorberschicht (1) aus einem Material der Gruppe der I-III-VI Verbindungen des periodischen Systems besteht, wie  $\text{CuIn}_x\text{Se}_y$ ,  $\text{CuIn}_x\text{Ga}_y\text{Se}_z$ ,  $\text{CuIn}_x\text{Ga}_y\text{S}_z\text{Se}_u$  mit  $x, y, z, u \geq 0$ , oder der II-VI Verbindungen des periodischen Systems  $\text{CdTe}$ , oder III-V Verbindungen des periodischen Systems wie  $\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_x\text{In}_y\text{As}_{1-u}\text{P}_u\text{N}_w$  mit  $0 \leq x, y, u, w \leq 1$  oder der Gruppe IV-Elemente des periodischen Systems wie Si oder Ge.

9. Solarzelle nach einem der Ansprüche 6 - 8, gekennzeichnet dadurch, dass die Fensterschicht (2) aus einem Halbleitermaterial mit mindestens gleichgrosser Bandlücke wie die der Absorberschicht (1) besteht, wobei die Struktur der Schichten polykristallin oder amorph ist.

10. Solarzelle nach einem der Ansprüche 6 - 9, gekennzeichnet dadurch, dass die Absorberschicht (1) aus  $\text{CuIn}_x\text{Ga}_y\text{S}_z\text{Se}_u$  mit  $x, y, z, u \geq 0$  besteht und die Fensterschicht (2) mindestens ein Material aus der Gruppe dotiertem oder undotiertem  $\text{ZnO}$ ,  $\text{InSnO}$  (ITO),  $\text{CdS}$  und  $\text{ZnSe}$  enthält.

11. Solarzelle nach einem der Ansprüche 6 - 10, gekennzeichnet dadurch, dass die flexible Solarzellenstruktur je nach Verwendungszweck ein festes Trägermaterial wie Glas, Metall oder Keramik aufweist.

**Translation**

PATENT COOPERATION TREATY

**PCT**

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

TC 2800 MAIL ROOM

NOV -4 2002

RECEIVED

Applicant's or agent's file reference <b>PCT-P159.HAZ</b>	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. <b>PCT/CH00/00379</b>	International filing date (day/month/year) <b>12 July 2000 (12.07.00)</b>	Priority date (day/month/year) <b>13 July 1999 (13.07.99)</b>
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC <b>H01L 31/18</b>		
Applicant <b>EIDGENÖSSISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE (ETH)</b>		

<p>1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.</p> <p>2. This REPORT consists of a total of <u>6</u> sheets, including this cover sheet.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).</p> <p>These annexes consist of a total of <u>9</u> sheets.</p>	
<p>3. This report contains indications relating to the following items:</p> <p>I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report</p> <p>II <input type="checkbox"/> Priority</p> <p>III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability</p> <p>IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention</p> <p>V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement</p> <p>VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited</p> <p>VII <input checked="" type="checkbox"/> Certain defects in the international application</p> <p>VIII <input checked="" type="checkbox"/> Certain observations on the international application</p>	

**RECEIVED**  
JAN 31 2003  
RECEIVED

Date of submission of the demand <b>10 February 2001 (10.02.01)</b>	Date of completion of this report <b>29 October 2001 (29.10.2001)</b>
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

Form PCT/IPEA/409 (cover sheet) (July 1998)



## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/CH00/00379

## I. Basis of the report

## 1. With regard to the elements of the international application:\*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:  
pages \_\_\_\_\_, 6,8 \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages 1,2,2a,3-5,7 \_\_\_\_\_, filed with the letter of 07 July 2001 (07.07.2001)
- ☒ the claims:  
pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages 1-11 \_\_\_\_\_, filed with the letter of 07 July 2001 (07.07.2001)
- ☒ the drawings:  
pages \_\_\_\_\_, 1/1 \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description:  
pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

## 2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

## 3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

5. ☒ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

## I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of *(Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.)*

This report has been established without taking into consideration the following amendments: "chemically dissolved" (Claim 1), since in the opinion of the Examining Authority they go beyond the disclosure as originally filed (PCT Rule 70.2(c)).

The originally filed version discussed only an intermediate layer that can be dissolved and is soluble in water, "chemical dissolution" being a more general expression.

**V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement****1. Statement**

Novelty (N)	Claims	1-4	YES
	Claims	5-11	NO
Inventive step (IS)	Claims	3, 4	YES
	Claims	1, 2, 5-11	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-11	YES
	Claims		NO

**2. Citations and explanations**

1. This examination report makes reference to the following international search report citations:

D1 US-A-52 32 860

D2 Solar Energy Materials and Solar Cells, Volume 43, no. 1, 15 August 1996, pages 93-98

D3 Patent Abstract of Japan, Volume 012, no. 348 (E-659), 19 September 1988, & JP-A-63107073

2. The present application does not meet the requirements of PCT Article 33(3) because the subject matter of Claim 1 is not inventive.
- D1 describes a method for producing a solar cell, an intermediate layer being applied to a substrate, a semiconductor layer structure forming the solar cell being applied to this intermediate layer and then the semiconductor layer structure being separated from the substrate by the intermediate layer with the result that a flexible thin-layered solar cell (see D1, column 2, line 43 to column 3, line 37; Figure 4).
- Consequently, the subject matter of Claim 1 differs from the teaching of D1 in that the intermediate layer in Claim 1 can be and is dissolved.

D3 described a similar method for producing a solar cell, a resin intermediate layer being applied to a glass substrate, and then being dissolved in water with the result that the substrate and the semiconductor layer structure are separated. A person skilled in the art therefore has an alternative solution to separating the substrate and the semiconductor structure of a flexible solar cell by simple means. It is therefore obvious to a person skilled in the art to use this solution in a method known from D1.

Consequently, Claim 1 cannot be said to involve an inventive step (PCT Article 33(3)).

3. The subject matter of Claim 2 dependent on Claim 1 is known from D1 (see D1, column 2, line 43 to column 3, line 37; Figure 4). Claim 2 cannot therefore add anything of inventive significance to the subject matter of Claim 1 (PCT Article 33(3)).
4. The subjects of Claims 3 and 4 dependent on Claim 1 are not known from the cited prior art.  
A combination of the subject matter of Claim 1 and the features from Claims 3 and 4 would therefore meet the requirements of PCT Article 33(2) and (3).
5. The subject matter of the "use Claim" 5 is generally known and obvious for a person skilled in the art since solar cells are made for energy production. Claim 5 therefore does not meet the requirements of PCT Article 33(2) and (3).
6. The present application does not meet the requirements of PCT Article 33(2) and (3) because

the subject matter of independent Claim 6 is not novel.

D2 describes a solar cell with the features that are claimed in Claim 6 (see D2, pages 94 to 97).

Consequently, all of the features of Claim 6 are known and the claim is not novel (PCT Article 33(2) and (3)).

7. The subjects of Claims 7 to 11 dependent on Claim 6 are also known from D2 (see D2, pages 94 to 97). Claims 7 to 11 therefore cannot add any new material to the subject matter of Claim 8 (PCT Article 33(2) and (3)).
8. The subjects of Claims 1 to 11 meet the requirements of PCT Article 33(4) because they are industrially applicable.

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/CH 00/00379

## VII. Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

The Japanese *Offenlegungsschriften* cited on page 2 are not correctly cited. The numbers should be "63 107073" and "01 105581".

## VIII. Certain observations on the international application

The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

1. The subjects of Claims 1, 4 and 6 do not meet the requirements of PCT Article 6.
  - 1.1 In fact the "layer structure" and the "carrier layer" are not clearly defined by Claim 1. Consequently, it is not clear how to form a flexible solar cell.
  - 1.2 The type of component formed by the combination of layer packets is incomprehensible in Claim 4. Moreover, the expression "separating layer" is not clearly defined.  
In Claim 11 that is dependent on Claim 6 a flexible solar cell is claimed; in Claim 6 the solar cell is not defined as such. Moreover, it is not clear how this flexible solar cell can have a solid carrier material such as glass, metal or ceramics.

**Translation**

8

**ATTENT COOPERATION TREATY**

**PCT**

**INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT**

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference <b>PCT-P159.HAZ</b>	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. <b>PCT/CH00/00379</b>	International filing date (day/month/year) <b>12 July 2000 (12.07.00)</b>	Priority date (day/month/year) <b>13 July 1999 (13.07.99)</b>
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC <b>H01L 31/18, 31/032, 31/0392</b>		
Applicant <b>EIDGENÖSSISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE (ETH)</b>		

<p>1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.</p> <p>2. This REPORT consists of a total of <u>7</u> sheets, including this cover sheet.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).</p> <p>These annexes consist of a total of <u>9</u> sheets.</p>	
<p>3. This report contains indications relating to the following items:</p> <p>I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report</p> <p>II <input type="checkbox"/> Priority</p> <p>III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability</p> <p>IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention</p> <p>V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement</p> <p>VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited</p> <p>VII <input checked="" type="checkbox"/> Certain defects in the international application</p> <p>VIII <input checked="" type="checkbox"/> Certain observations on the international application</p>	

Date of submission of the demand <b>10 February 2001 (10.02.01)</b>	Date of completion of this report <b>07 November 2001 (07.11.2001)</b>
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.



# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/CH00/00379

## 1. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of (Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.)

- ☒ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages 6,8, as originally filed,  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
 pages 1,2,2a,3-5,7, filed with the letter of 05 July 2001 (05.07.2001),  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.
- ☒ the claims, Nos. \_\_\_\_\_, as originally filed,  
 Nos. \_\_\_\_\_, as amended under Article 19,  
 Nos. \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
 Nos. 1-11, filed with the letter of 05 July 2001 (05.07.2001),  
 Nos. \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.
- ☒ the drawings, sheets/fig 1/1, as originally filed,  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_,  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

**I. Basis of the report**

1. This report has been drawn on the basis of *(Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.)*

## CONTINUATION OF BOX I.5

This report has been established without taking into consideration the following amendments: "chemical dissolution" (page 2, line 15) and "chemically dissolved" (Claim 1). In the Examiner's view, these amendments go beyond the disclosure of the application as originally filed (PCT Rule 70.2(c)). The originally filed application mentioned only a water-soluble intermediate layer that could be dissolved, while "chemical dissolution" in the amended application is a much more general term.

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.  
PCT/CH 00/00379

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

### 1. Statement

Novelty (N)	Claims	2, 4	YES
	Claims	1, 3, 5-11	NO
Inventive step (IS)	Claims		YES
	Claims	1-11	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-11	YES
	Claims		NO

### 2. Citations and explanations

1. This examination report makes reference to the following documents:

D1: US-A-5 232 860  
D2: Solar Energy Materials and Solar Cells, Vol. 43, No. 1, 15 August 1996, pages 93-98  
D3: Patent Abstract of Japan, Vol. 012, No. 348 (E-659), 19 September 1988, & JP-A-63 107 073  
D4: Patent Abstract of Japan, Vol. 016, No. 142 (E-1187), 9 April 1992, & JP-A-04 002 173.

D4 was not cited in the international search report.

2. The present application does not meet the requirements of PCT Article 33(2) and (3) because the subject matter of Claim 1 is not novel or inventive. D4 describes a method for producing a solar cell having the features described in Claim 1 (see the abstract and figures of D4). Consequently, all the features of Claim 1 are known and Claim 1 is not novel (PCT Article 33(2)).

Moreover, D1 describes a method for producing a solar cell, in which method an intermediate layer is

applied to a substrate, and a layered semiconductor structure that forms a solar cell is applied to said intermediate layer and subsequently separated from the substrate by the intermediate layer, so that a flexible thin-layer solar cell is produced (D1, column 2, line 43 - column 3, line 37; Figure 4).

The subject matter of Claim 1 therefore differs from the teaching of D1 in that the intermediate layer as per Claim 1 can be and is detached. D3 describes a similar method for producing a solar cell, in which method an intermediate resin layer is applied to a glass substrate and subsequently dissolved in water, so that the substrate and the layered semiconductor structure are separated. It therefore teaches a person skilled in the art an alternative solution to the problem of separating the substrate and the layered semiconductor structure of a flexible solar cell by simple means. Consequently, it would be obvious for a person skilled in the art to apply this solution to the method known from D1.

No inventive step can therefore be recognised in Claim 1 (PCT Article 33(3)).

3. The subject matter of Claim 2, which is dependent on Claim 1, is known from D1 (see D1, column 2, line 43 - column 3, line 37; Figure 4). Claim 2 therefore cannot make a contribution of inventive significance to the subject matter of Claim 1 (PCT Article 33(3)).
4. The subject matter of Claim 3, which is dependent on Claim 1, is known from D4 (see the abstract and the figures of D4).

Claim 3 therefore cannot make a novel contribution to the subject matter of Claim 1 (PCT Article 33(2) and (3)).

The subject matter of Claim 4, which is dependent on Claim 4, is obvious to a person skilled in the art. It concerns a layered structure with a plurality of active layer packets which is known to a person skilled in the art. The method for separating it from the single substrate is known from D4. Consequently, Claim 4 cannot make a contribution of inventive significance to the subject matter of Claim 1 (PCT Article 33(3)).

5. The subject matter of the "use Claim" 5 is generally known and obvious to a person skilled in the art, since solar cells are produced for generating energy.

Claim 5 therefore does not meet the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

6. The present application does not meet the requirements of PCT Article 33(2) and (3) because the subject matter of independent Claim 6 is not novel. D2 describes a solar cell having the features defined in claim 6 (see D2, pages 94-97).

Consequently, all the features of Claim 6 are known and the claim is not novel (PCT Article 33(2) and (3)).

7. The subjects of Claims 7-11, which are dependent on Claim 6, are also known from D2 (pages 94-97).

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.  
PCT/CH 00/00379

Consequently, Claims 7-11 cannot make a novel contribution to the subject matter of Claim 8 (PCT Article 33(2) and (3)).

8. The subjects of Claims 1-11 meet the requirements of PCT Article 33(4) because they are industrially applicable.

**INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT**

International application No.  
PCT/CH 00/00379

**VII. Certain defects in the international application**

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

The Japanese laid open publications cited on page 2 are incorrectly cited; their numbers should be "63 107 073" and "01 105 581".

**VIII. Certain observations on the international application**

The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

1. The subjects of Claims 1, 4 and 6 do not meet the requirements of PCT Article 6.
- 1.1 The "layered structure" and the "support layer" of Claim 1 are not clearly defined and it is therefore not clear how a flexible solar cell can be formed.
- 1.2 The type of component formed by the combination of layer packets in Claim 4 is incomprehensible. Moreover, the expression "separating layers" is not clearly defined therein.

Claim 11, which is dependent on Claim 6, lays claim to a flexible solar cell although Claim 6 does not define the solar cell as such. Moreover, it is not clear how this flexible solar cell can comprise a rigid support material such as glass, metal or ceramic.



# PCT

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>PCT-P159.HAZ</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/CH 00/ 00379</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>12/07/2000</b>
(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) <b>13/07/1999</b>	

Anmelder

EIDGENÖSSISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE (ETH) et al.

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

### 1. Grundlage des Berichts

- a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.
- ☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.
- b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das
- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerisierbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerisierbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerisierbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.
2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).
3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

### 4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

- ☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.
- ☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

### 5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

- ☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.
- ☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

### 6. Folgende Abbildung der Zeichnungen ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

- ☐ wie vom Anmelder vorgeschlagen
- ☒ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.
- ☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.
- ☐ keine der Abb.

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PO 00/00379

## A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H01L31/18 H01L31/032 H01L31/0392

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

WPI Data, EPO-Internal, INSPEC, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie\* Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile Betr. Anspruch Nr.

X US 5 232 860 A (KAWANISHI YASUYOSHI ET AL) 3. August 1993 (1993-08-03)  
das ganze Dokument 1,2,4, 7-11,13

X PATENT ABSTRACTS OF JAPAN  
vol. 012, no. 348 (E-659),  
19. September 1988 (1988-09-19)  
& JP 63 107073 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 12. Mai 1988 (1988-05-12)  
Zusammenfassung 1,2,7-11

-/-

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindnerischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindnerischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. September 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

27/09/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Visentin, A

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	✓ BASOL B M ET AL: "FLEXIBLE AND LIGHT WEIGHT COPPER INDIUM DISELENIDE SOLAR CELLS ON POLYIMIDE SUBSTRATES" SOLAR ENERGY MATERIALS AND SOLAR CELLS,NL,ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS, AMSTERDAM, Bd. 43, Nr. 1, 15. August 1996 (1996-08-15), Seiten 93-98, XP000627656 ISSN: 0927-0248 das ganze Dokument	8-13
X	✓ BASOL B M ET AL: "COPPER INDIUM DISELENIDE THIN FILM SOLAR CELLS FABRICATED ON FLEXIBLE FOIL SUBSTRATES" SOLAR ENERGY MATERIALS AND SOLAR CELLS,NL,ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS, AMSTERDAM, Bd. 29, Nr. 2, 1. März 1993 (1993-03-01), Seiten 163-173, XP000361960 ISSN: 0927-0248 Seite 163 -Seite 166	8-13
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 346 (E-798), 3. August 1989 (1989-08-03) & JP 01 105581 A (SANYO ELECTRIC CO LTD), 24. April 1989 (1989-04-24) Zusammenfassung	1,2,4, 7-9
X	✓ DE 24 47 066 A (UNIV DELAWARE) 4. September 1975 (1975-09-04) Ansprüche 1-7; Abbildungen 1,2	8,9,11
A	✓ LANDIS G A: "A PROCESS SEQUENCE FOR MANUFACTURE OF ULTRA-THIN, LIGHT-TRAPPING SILICON SOLAR CELLS" SOLAR CELLS,ELSEVIER SEQUOIA.S.A. LAUSANNE,CH, Bd. 29, Nr. 2 / 03, 1. August 1990 (1990-08-01), Seiten 257-266, XP000142017 das ganze Dokument	1-5,7,8, 10
A	✓ EP 0 851 513 A (CANON KK) 1. Juli 1998 (1998-07-01)	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/H 00/00379

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5232860	A	03-08-1993	JP 2783918 B JP 4299873 A	06-08-1998 23-10-1992
JP 63107073	A	12-05-1988	NONE	
JP 01105581	A	24-04-1989	JP 2680582 B	19-11-1997
DE 2447066	A	04-09-1975	AR 199739 A AU 7005674 A BE 817492 A FR 2262863 A JP 50120788 A NL 7410599 A	23-09-1974 18-12-1975 04-11-1974 26-09-1975 22-09-1975 03-09-1975
EP 0851513	A	01-07-1998	JP 10189924 A JP 10190029 A AU 4926897 A CN 1192055 A	21-07-1998 21-07-1998 02-07-1998 02-09-1998

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner  
 US Department of Commerce  
 United States Patent and Trademark  
 Office, PCT  
 2011 South Clark Place Room  
 CP2/5C24  
 Arlington, VA 22202  
 ETATS-UNIS D'AMERIQUE  
 in its capacity as elected Office

<b>Date of mailing (day/month/year)</b> 04 April 2001 (04.04.01)	
<b>International application No.</b> PCT/CH00/00379	<b>Applicant's or agent's file reference</b> PCT-P159.HAZ
<b>International filing date (day/month/year)</b> 12 July 2000 (12.07.00)	<b>Priority date (day/month/year)</b> 13 July 1999 (13.07.99)
<b>Applicant</b> TIWARI, Ayodhya, N. et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:



in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

10 February 2001 (10.02.01)



in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was

was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer Nestor Santesso Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	---

EINGEGANGEN 24. Jan. 2001

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
18. Januar 2001 (18.01.2001)

PCT

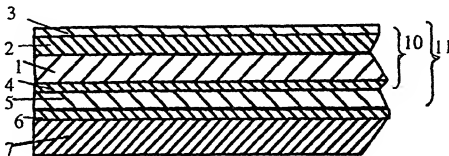
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 01/04964 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation: H01L 31/18, 31/032, 31/0392
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH00/00379
- (22) Internationales Anmeldedatum: 12. Juli 2000 (12.07.2000)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 1287/99 13. Juli 1999 (13.07.1999) CH
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): EIDGENÖSSISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE (ETH) [CH/CH]; ETH Zentrum, CH-8092 Zürich (CH).
- (72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): TIWARI, Ayodhya, N. [IN/CH]; Hirzenbachstrasse 82, CH-8051 Zürich (CH). KREJCI, Martin [CH/CH]; Kinkelstrasse 10, CH-8006 Zürich (CH). HAUG, Franz, Josef [DE/CH]; Hofwiesenstrasse 235, CH-8057 Zürich (CH). ZOGG, Hans [CH/CH]; Weierackerstrasse 1, CH-8114 Dänikon (CH).
- (74) Anwalt: DILTEC AG; Technoparkstrasse 1, CH-8005 Zürich (CH).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FLEXIBLE THIN-LAYER SOLAR CELL

(54) Bezeichnung: FLEXIBLE DÜNNSCHICHT-SOLARZELLE



(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a flexible thin-layer solar cell. An intermediate layer (6), known as a sacrificial layer, for example NaCl, is applied to a rigid substrate (7) and a carrier layer (5), for example, a polyimide is deposited thereon. Additional layers are then deposited onto the support layer, for example, Mo (4), a  $\text{CuInGa}_2\text{S}_6\text{Se}_4$  absorber (1) with  $x, y, z, u \geq 0$ , a  $\text{CdS-ZnO}$  window layer (2) and a transparent front contact (3), the structuring of the cells is completed and they are optionally provided with a coating. The solar cell structure is separated from the rigid substrate (7) by the dissolution of the sacrificial layer, whereby the resultant solar cell becomes flexible. The invention relates to flexible solar cells produced by this method which have typical thicknesses of 25  $\mu\text{m}$  with approximately 13 % effectiveness. Large-surface cells can be used for energy production both on earth and in space, whilst small-surface cells can be used for powering electronic goods, such as for example, pocket calculators and smart cards.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer flexiblen Dünnschicht-Solarzelle. Auf ein starres Substrat (7) wird eine Zwischenschicht (6), eine sogenannte Opferschicht, z.B. NaCl aufgebracht und darauf eine Trägerschicht (5), z.B. ein Polyimid, abgeschieden. Darauf werden die weiteren Schichten, z.B. Mo (4),  $\text{CuInGa}_2\text{S}_6\text{Se}_4$ -Absorber (1) mit  $x, y, z, u \geq 0$ ,  $\text{CdS-ZnO}$  Fensterschicht (2) und transparenter Frontkontakt (3) abgeschieden, die Zellen fertig strukturiert und eventuell mit einer Deckschicht versehen. Die Solarzellenstruktur wird durch Auflösen der Opferschicht vom starren Substrat (7) getrennt, wobei die resultierende Solarzelle flexibel wird. Auf diesem Verfahren basierende flexible Solarzellen werden beschrieben und weisen typische Dicken von 25  $\mu\text{m}$  auf bei einer Effizienz von ca. 13 %. Anwendungen sind für großflächige Zellen Energieproduktion auf der Erde und im Weltraum, für kleinflächige Zellen Speisung elektronischer Güter wie z.B. Taschenrechner und "smart cards".

WO 01/04964 A1



(81) Bestimmungstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— Mit internationalem Recherchenbericht.

(84) Bestimmungstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Fig. 1

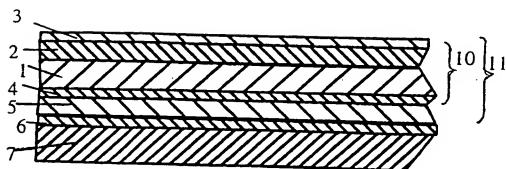


Fig. 2a

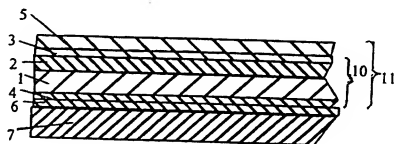


Fig. 2b

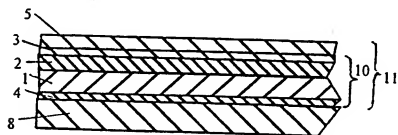
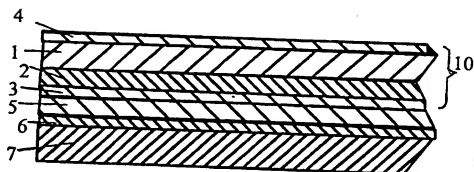


Fig. 3





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/CH 00/00379

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01L31/18 H01L31/032 H01L31/0392

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, EPO-Internal, INSPEC, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 232 860 A (KAWANISHI YASUYOSHI ET AL) 3 August 1993 (1993-08-03) the whole document	1,2,4, 7-11,13
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 348 (E-659), 19 September 1988 (1988-09-19) & JP 63 107073 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 12 May 1988 (1988-05-12) abstract	1,2,7-11

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another claim or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"S" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 September 2000

Date of mailing of the international search report

27/09/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Visentin, A

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. .ional Application No  
PCT/CH 00/00379

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	BASOL B M ET AL: "FLEXIBLE AND LIGHT WEIGHT COPPER INDIUM DISELENIDE SOLAR CELLS ON POLYIMIDE SUBSTRATES" SOLAR ENERGY MATERIALS AND SOLAR CELLS,NL,ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS, AMSTERDAM, vol. 43, no. 1, 15 August 1996 (1996-08-15), pages 93-98, XP000627656 ISSN: 0927-0248 the whole document	8-13
X	BASOL B M ET AL: "COPPER INDIUM DISELENIDE THIN FILM SOLAR CELLS FABRICATED ON FLEXIBLE FOIL SUBSTRATES" SOLAR ENERGY MATERIALS AND SOLAR CELLS,NL,ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS, AMSTERDAM, vol. 29, no. 2, 1 March 1993 (1993-03-01), pages 163-173, XP000361960 ISSN: 0927-0248 page 163 -page 166	8-13
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 346 (E-798), 3 August 1989 (1989-08-03) & JP 01 105581 A (SANYO ELECTRIC CO LTD), 24 April 1989 (1989-04-24) abstract	1,2,4, 7-9
X	DE 24 47 066 A (UNIV DELAWARE) 4 September 1975 (1975-09-04) claims 1-7; figures 1,2	8,9,11
A	LANDIS G A: "A PROCESS SEQUENCE FOR MANUFACTURE OF ULTRA-THIN, LIGHT-TRAPPING SILICON SOLAR CELLS" SOLAR CELLS,ELSEVIER SEQUOIA.S.A. LAUSANNE,CH, vol. 29, no. 2 / 03, 1 August 1990 (1990-08-01), pages 257-266, XP000142017 the whole document	1-5,7,8, 10
A	EP 0 851 513 A (CANON KK) 1 July 1998 (1998-07-01)	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inter. Appl. No.  
PCT/CH 00/00379

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5232860 A	03-08-1993	JP 2783918 B JP 4299873 A	06-08-1998 23-10-1992
JP 63107073 A	12-05-1988	NONE	
JP 01105581 A	24-04-1989	JP 2680582 B	19-11-1997
DE 2447066 A	04-09-1975	AR 199739 A AU 7005674 A BE 817492 A FR 2262863 A JP 50120788 A NL 7410599 A	23-09-1974 18-12-1975 04-11-1974 26-09-1975 22-09-1975 03-09-1975
EP 0851513 A	01-07-1998	JP 10189924 A JP 10190029 A AU 4926897 A CN 1192055 A	21-07-1998 21-07-1998 02-07-1998 02-09-1998